

## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2002-340669

(43)Date of publication of application : 27.11.2002

(51)Int.Cl.

G01J 1/44

H01L 31/10

H03F 1/32

H03F 3/08

(21)Application number : 2001-143381

(71)Applicant : NEC CORP

(22)Date of filing : 14.05.2001

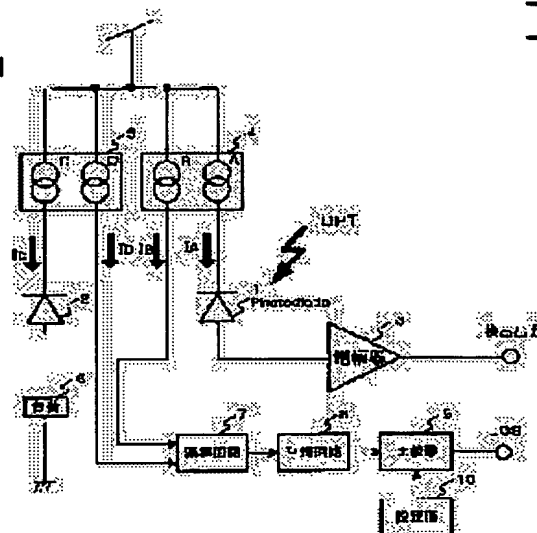
(72)Inventor : SUGIBUCHI DAIKI

## (54) PHOTO DETECTION CIRCUIT

## (57)Abstract:

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To provide a photo detection circuit that cancels a nonlinear characteristic caused by a leakage current in a low photoreceiving level of a photodiode for detecting input light to be detected.

**SOLUTION:** This circuit is provided with a photodiode 2 having a characteristic equal to that of the photodiode 1 input with a signal of the detected input light. An output current is subtracted by a subtraction circuit 7 using currents of the photodiodes 1, 2 respectively as input currents for current mirror circuits 4, 5, then smoothed by a smoothing circuit 8, and input to a comparator 9, so as to cancel, thereby, the influence of the leakage current in the photodiode 1 effectively.



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination] 17.04.2002

[Date of sending the examiner's decision of rejection] 13.01.2004

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

BEST AVAILABLE COPY

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号  
特開2002-340669  
(P2002-340669A)

(43) 公開日 平成14年11月27日 (2002. 11. 27)

(51) Int.Cl. <sup>7</sup>	識別記号	F I	データ* (参考)
G 0 1 J	1/44	C 0 1 J 1/44	F 2 G 0 6 6
H 0 1 L	31/10	H 0 3 F 1/32	5 F 0 4 9
H 0 3 F	1/32	3/08	5 J 0 9 0
	3/08	H 0 1 L 31/10	C 5 J 0 9 2

審査請求 有 請求項の数 6 O L (全 5 頁)

(21) 出願番号 特願2001-143381(P2001-143381)

(22) 出願日 平成13年5月14日 (2001. 5. 14)

(71) 出願人 000004237

日本電気株式会社

東京都港区芝五丁目7番1号

(72) 発明者 杉淵 大樹

東京都港区芝五丁目7番1号 日本電気株式会社内

(74) 代理人 100081710

弁理士 福山 正博

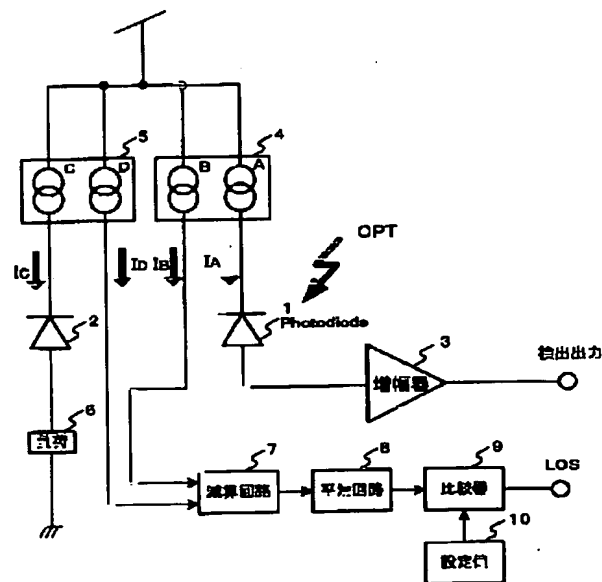
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 光検出回路

(57) 【要約】

【課題】被検入力光を検出するフォトダイオードの低受光レベルにおける漏れ電流による非線形特性をキャンセルする光検出回路を提供する。

【解決手段】被検出力光信号が入力されるフォトダイオード1と特性の揃ったフォトダイオード2を設ける。これらフォトダイオード1、2の電流を、それぞれ電流ミラー回路4、5の入力電流として、出力電流を減算回路7で減算し、平滑回路8で平滑して比較器9に入力することにより、フォトダイオード1の漏れ電流の影響を効果的にキャンセルする。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】電流ミラー回路の入力側に被検出光が入力される光検出用フォトダイオードを接続して増幅器を介して検出出力を得ると共に、前記電流ミラー回路の出力電流を平滑回路で平滑し比較器に入力してLOS (Loss of Signal) を得る光検出回路において、前記電流ミラー回路とは別の付加電流ミラー回路を設け、該付加電流ミラー回路に補償素子を接続し、前記光検出用フォトダイオードの漏れ電流をキャンセルすることを特徴とする光検出回路。

【請求項2】前記補償素子として、前記光検出用フォトダイオードと実質的に漏れ電流特性が揃った付加フォトダイオードを使用することを特徴とする請求項1に記載の光検出回路。

【請求項3】前記補償素子として、前記フォトダイオードと実質的に同じVfを有するダイオードを使用することを特徴とする請求項1に記載の光検出回路。

【請求項4】前記両電流ミラー回路の出力電流を減算する減算回路を備えることを特徴とする請求項1、2又は3に記載の光検出回路。

【請求項5】前記補償素子である前記付加フォトダイオード又は前記ダイオードには、前記増幅器と実質的に等しい負荷を接続することを特徴とする請求項2、3又は4に記載の光検出回路。

【請求項6】前記付加電流ミラー回路の入出力電流比を、前記光検出用フォトダイオードに接続された前記電流ミラー回路の入出力電流比より大きい値に設定することを特徴とする請求項1乃至5の何れかに記載の光検出回路。

## 【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は光検出回路、特にフォトダイオードを使用して光入力信号を検出する光信号検出回路の非線形補償技術に関する。

【0002】

【従来の技術】光ファイバ通信等の種々の分野において光検出回路が使用される。例えば光通信等においては、信号伝送には光を使用するが、送受信回路では、電気信号を光信号に変換したり、その逆に光信号を電気信号に変換処理するのが一般的である。光-電気変換又は光信号の検出には、フォトダイオード (Photodiode) を使用するのが普通である。

【0003】斯かる光検出回路および関連技術に関する従来技術は、例えば特開平8-181348号公報の「光電変換装置」、特開昭58-222631号公報の「半導体受光装置」、特開昭61-150269号公報の「イメージセンサ」および特開平9-312530号公報の「リーク電流補償回路」等に開示されている。

【0004】図2は、従来の光検出回路又はLOS (Loss of Signal) 検出回路の1例を示すブロック図であ

る。このLOS検出回路は、光検出用フォトダイオード1、増幅器3、電流ミラー回路4、平滑回路8、比較器9および設定値回路10により構成される。フォトダイオード1に被検出光信号OPTが入力される。

【0005】電流ミラー回路4は、実質的に等しい電流を出力する1対の電流源AおよびBを含み、入力電流源Aは、フォトダイオード1を介して増幅器3に接続され、この増幅器3から検出信号が出力される。一方、電流ミラー回路4の出力電流源Bは、平滑回路8を介して入力信号を平滑して比較器9に入力される。そして、この比較器9により設定値回路10からの設定値と比較され、比較器9から線形信号検出限界を示すLOSが出力される。

【0006】図2に示すLOS検出回路では、フォトダイオード1への最小受光レベル付近では、フォトダイオード1に流れる電流が微小になり、このフォトダイオード1自身の漏れ電流 (又は漏洩電流) の影響が大きくなる。そのために、このフォトダイオード1の漏れ電流の影響をキャンセルしないと、最小受光レベル付近で線形動作させることができず、正確な信号検出ができない。

【0007】図3 (A) と (B) は、フォトダイオード1の光入力 (横軸) 対出力電圧 (縦軸) 特性を示す。フォトダイオード1の光入力と比較器9の入力電圧の関係は、図3 (B) に示す如く、特に低受光レベル領域において非線形特性である。この場合には、設定した閾値レベルに対して、検出できる光レベルの精度が低下する。

【0008】更に、フォトダイオード1の漏れ電流 ( $I_d$ ) には、比較的大きい温度特性がある。図3 (A) に示す如く、温度が高いほど漏れ電流 ( $I_d$ ) が大きくなる。従って、比較器9にてLOSを発出させるあるレベルの閾値を設定した場合には、漏れ電流  $I_d$  の大きさによってLOSの発出点が、図3 (A) 中のa~cに示す如く、大きく異なるので、正確なレベル設定が著しく困難である。

【0009】

【発明が解決しようとする課題】従来のLOS検出回路では、光検出用フォトダイオードの漏れ電流を補償して十分に低受光レベルまで線形動作をさせるものがなかった。

【0010】

【発明の目的】本発明は、従来のLOS検出回路の上述した課題に鑑みなされたものであり、低受光レベルまで線形動作する光検出回路を提供することを目的とする。

【0011】

【課題を解決するための手段】本発明の光検出回路は、電流ミラー回路の入力側に被検出器光が入力される光検出用フォトダイオードを接続して増幅器を介して検出出力を得ると共に、電流ミラー回路の出力電流を平滑回路で平滑して比較器に入力してLOS (Loss of Signal) を得るものであって、電流ミラー回路とは別の付加電流

ミラー回路を設け、この付加電流ミラー回路に補償素子を接続し、光検出用フォトダイオードの漏れ電流をキャンセルする。

【0012】また、本発明による光検出回路の好適実施形態によると、補償素子として、光検出用フォトダイオードと実質的に漏れ電流特性が揃った付加フォトダイオード又はフォトダイオードと実質的に同じV<sub>f</sub>を有するダイオードを使用する。これら両電流ミラー回路の出力電流を、減算する減算回路を備える。補償素子である付加フォトダイオード又はダイオードには、増幅器と実質的に等しい負荷を接続する。付加電流ミラー回路の入出力電流比を、フォトダイオードに接続された電流ミラー回路の入出力電流比より大きい値に設定する。

【0013】

【発明の実施の形態】以下、本発明による光検出回路の好適実施形態の構成および動作を、添付図面を参照して詳細に説明する。

【0014】図1は、本発明による光検出回路の好適実施形態の構成を示すブロック図である。尚、上述した図2に示す従来回路の構成要素に対応する構成要素には、説明の便宜上、同様の参照符号を使用する。

【0015】図1に示す光検出回路は、相互に特性（特に漏れ電流特性）の揃った1対のフォトダイオード1、2、増幅器3、1対の電流ミラー回路4、5、負荷6、減算回路7、平滑回路8、比較器9および設定値回路10により構成される。周知の如く、電流ミラー回路の特性により、第1電流ミラー回路4の電流源Aの入力電流をIAおよび電流源Bの出力電流をIBとし、第2（又は付加）電流ミラー回路5の電流源Cの入力電流をICおよび電流源Dの出力電流IDとすると、IA:IB=IC:IDの関係である。

【0016】第1電流ミラー回路4の入力電流IAは、光検出用のフォトダイオード1を介して増幅器3に入力され、この増幅器3の出力から検出出力が得られる。一方、第1電流ミラー回路4の出力電流IBは、減算回路7の一方の入力端子に入力される。この減算回路7の出力は、平滑回路8を介して比較器9に入力される。この比較器9には、設定値回路10から設定値が入力されている。また、第2電流ミラー回路5の入力電流ICは、上述したフォトダイオード（補償素子）2および負荷6を介して接地される。そして、第2電流ミラー回路5の出力電流IDは、減算回路7の他方の入力端子に入力される。

【0017】図1に示す本発明による光検出回路の、上述した図2に示す従来のLOS検出回路との相違点は、フォトダイオード1と特性の揃った補償素子であるフォトダイオード2、第2（又は付加）電流ミラー回路5および減算回路7が設けられていることである。負荷6は、フォトダイオード2に対して増幅器3と同様の負荷を与え、これにより1対のフォトダイオード1および2

を同様に動作させることを意図している。減算回路7は、電流IBおよびIDによる出力電流の差分を求める。平滑回路8は、減算回路7の出力を平均化する。比較器9は、平滑回路8からの入力信号と設定値回路10の設定値を比較し、この比較結果をLOSとして出力する。

【0018】次に、図1に示す光検出回路の動作を説明する。光検出用フォトダイオード1に被検出光信号OPTが入力されると、その光量に応じて第1電流ミラー回路4の電流源Aに光電流IAが流れる。そして、この光電流IAに比例した出力電流IBが電流源Bに流れる。一方、第2電流ミラー回路5では、電流源Cに、フォトダイオード2の漏れ電流ICが流れ、この電流ICに比例した出力電流IDが電流源Dから流れる。電流源BおよびDの出力電流IBおよびIDが減算器7に入力され、電流IBからフォトダイオード1の漏れ電流と同等であるフォトダイオード2の漏れ電流が差し引かれる。その結果、フォトダイオード1の信号成分のみが減算回路7から出力される。この減算回路7の出力には信号成分が含まれているので、平滑回路8にて平均化して信号成分を除去する。この平滑回路8の平滑結果を比較器9に入力する。比較器9は、設定値回路10の設定値による閾値レベルで入力信号を比較し、その結果をLOSとして出力する。かかる構成により、漏れ電流キャンセル回路を使用すると、図3（C）に示す如く、広い入力信号範囲で理想的な線形動作をさせることが可能になる。

【0019】次に、本発明による光検出回路の他の実施形態または変形例について説明する。入力信号又は被検出信号中にノイズが重畳されている場合には、出力が安定しないので、比較器9として周知のヒステリシスコンパレータを使用しても良い。光検出用フォトダイオード1の漏れ電流キャンセル又は補償回路には、上述した付加フォトダイオードを使用する代わりに、同じV<sub>f</sub>（逆バイアス電圧）を有するダイオードを使用しても良い。また、1対の電流ミラー回路4、5において、電流源BおよびDに流れる出力電流の影響を電流源AおよびCに及ぼさないために、IA:IB=IC:ID=X:Yとするとき、X<Yに設定する。更に、減算回路7で減算した後に平滑回路8で平滑しているが、その順序を逆、即ち平滑後に減算しても良い。また、平滑回路8の出力は、信号成分の平均値のみであるので、これをレベル検出に使用しても良い。

【0020】以上、本発明による光検出回路の好適実施形態の構成および動作を詳述した。しかし、斯かる実施形態は、本発明の単なる例示に過ぎず、何ら本発明を限定するものではない。本発明の要旨を逸脱することなく、特定用途に応じて種々の変形変更が可能であること、当業者には容易に理解できよう。

【0021】

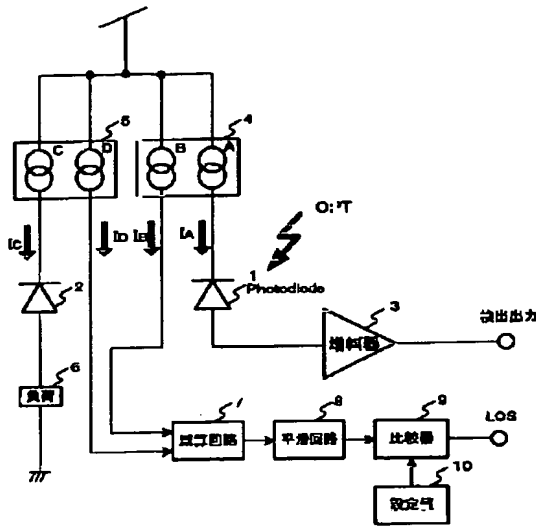
【発明の効果】以上の説明から理解される如く、本発明の光検出回路によると、次の如き実用上の顕著な効果が

得られる。第1に、特性の揃った1対のフォトダイオード1、2を使用し、これらフォトダイオード1、2の負荷を同様に設定する。これにより、フォトダイオード1の微小な受光電流が流れたときに、付加フォトダイオード2に光検出用フォトダイオード1と同等の漏れ電流が流れ、これを減算回路7で差し引くことにより、漏れ電流をキャンセル（相殺）することができる。従って、漏れ電流の影響を受けることなく、電流源Bは電流源Aに比例した電流を流すことができる。第2に、漏れ電流には温度特性が存在し、結果としてLOS発出レベルの温度変動を招くが、これをキャンセルして常に設定したレベルにてLOS発出をさせることができる。第3に、フォトダイオード1の漏れ電流をキャンセルするために複雑な回路を必要としないことである。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明による光検出回路の好適実施形態の構成を示すブロック図である。

【図1】



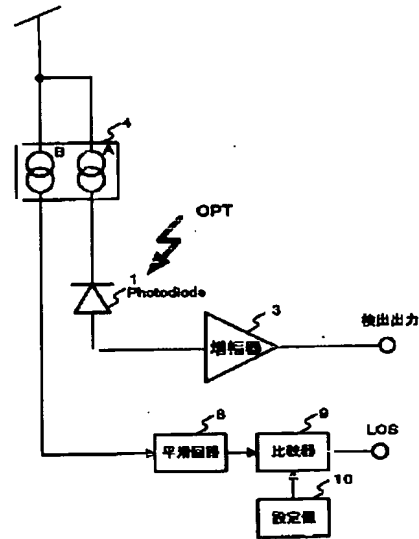
【図2】従来の光検出回路の構成を示すブロック図である。

【図3】光検出に使用するフォトダイオードの光入力対検出出力特性を示し、(A)は漏れ電流の温度特性、(B)は低受光レベルにおける非線形特性および(C)は非線形補正された理想特性を示す。

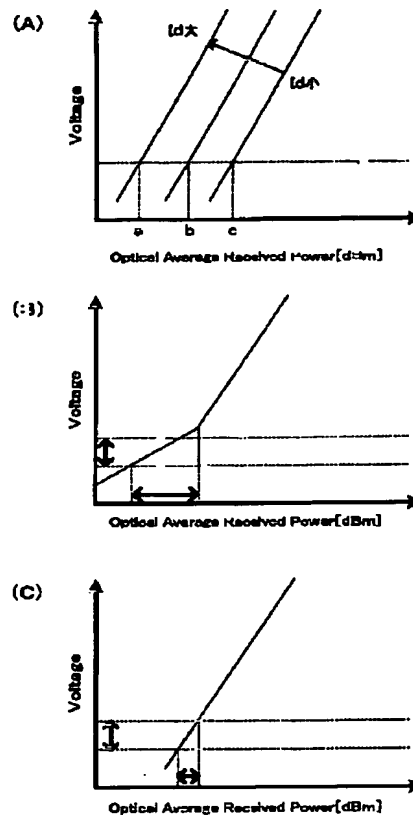
【符号の説明】

- 1 フォトダイオード（光検出用）
- 2 フォトダイオード（補償素子）
- 3 増幅器
- 4 電流ミラー回路
- 5 付加電流ミラー回路
- 6 負荷
- 7 減算回路
- 8 平滑回路
- 9 比較器
- 10 設定値回路

【図2】



【図3】



BEST AVAILABLE COPY

フロントページの続き

F ターム(参考) 2G065 AA12 BA09 BC03 BC13 BC14  
 BC16 CA12 CA30 DA13  
 5F049 MA01 NA04 UA04 UA12 UA13  
 5J090 AA01 AA56 CA21 FA20 GN02  
 HA19 HA44 KA09 KA17 KA26  
 KA41 SA13 TA01 TA02  
 5J092 AA01 AA56 CA21 FA20 HA19  
 HA44 KA09 KA17 KA26 KA41  
 SA13 TA01 TA02 UL02